

第69回(2025年度) 北海道開発技術研究発表会論文

国営緊急農地再編整備事業旭東東神楽地区 における施工事例

—長大な法面保護の試験施工（第2報）—

旭川開発建設部 旭川農業事務所 第4工事課

○百々 宏晶
鳴海 豊
杉江 秀香

国営緊急農地再編整備事業「旭東東神楽地区」では、田差が非常に大きく起伏に富んだ地形で区画整理を実施しており、整備後のほ場では10mを超える長大な法面が生じるため、降雨等による細粒分の流亡やガリ浸食を防止するために速やかに植生等で法面を保護する必要がある。

本報告では、新技術を含めた複数の法面保護工を試験施工し、現場適応性を比較検討した事例を、昨年度に続く第2報として報告する。

キーワード：区画整理、大区画化

1. はじめに

国営緊急農地再編整備事業旭東東神楽地区（以下、「本地区」という。）では、北海道上川郡東神楽町の農地1,535haを対象に区画整理工事を行い、大区画化、排水改良とともに、担い手への農地利用の集積・集約化を進めている。平成29年に事業に着手し、区画整理工事後の農地で順次営農が再開されており、水稻のほか、小麦や大豆、スイートコーン等の作付も行われている。

東神楽町は一級河川石狩川水系忠別川沿いの低平地に位置しているが、本地区の4つの換地区のうち320ha（21%）の忠栄高台換地区は、表層地質図（図-1）のとおりに、換地区内の大部分が美瑛火砕流堆積物（火山灰からなる溶結凝灰岩、以下「岩盤」という。）で覆われている。

忠栄高台換地区は、最大斜度が10%を超える急傾斜地であり、大区画化に向けて数メートルの切盛土工が行われることで、施工中に岩盤が容易に出現する。この岩盤は火山灰が熱と圧力で圧着したものであるため、重機の転圧等の外力で容易に粉碎されることから、出現した岩盤をリッパやブルドーザ等で十分に破碎した上で基盤土と混合し、盛土に流用している（図-2）

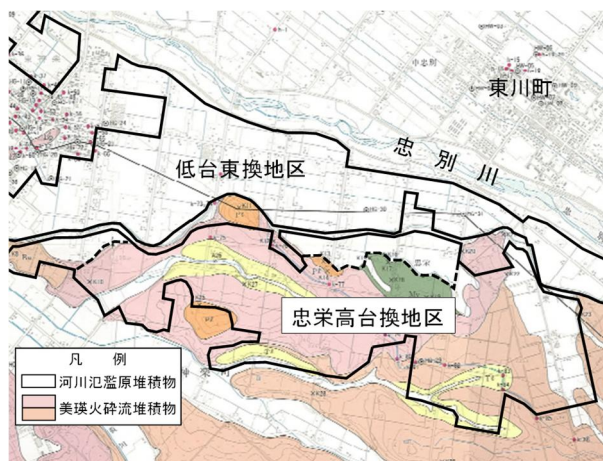


図-1 忠栄高台換地区の表層地質図



図-2 傾斜地での区画整理工事

2. 長大法面の浸食

忠栄高台換地区では、急傾斜地の切盛に伴い高低差10mを超える長大な法面が多数造成される。整備後の除草作業には耕作者がラジコン除草機を活用するため、法面は除草機の走行に支障がないよう1:2.0の緩傾斜としている（図-3）。

令和4年度と令和5年度の区画整理工事により約50haが整備されたが、工事前の現況の法面は十分な植生で覆われていたため、造成後の法面も比較的短期間のうちに自然な植生で被覆されることを期待していた。しかし、整備後2年を経過しても植生はほぼ認められず、この間の風雨によりガリ浸食が多数発生し、法下の農道や農地面に土砂が流出する等、営農に支障が生じた（図-4）。

盛土や法面は破碎した岩盤で造成され、火山灰であり粘性に乏しく、造成直後は硬度があるものの風雨に直接さらされれば浸食を受けやすい。土壌検査の結果では、腐植含有量や栄養塩類に乏しい箇所や、pH4程度と強酸性を呈する箇所があり、法面植生の安定に向けては何らかの追加の措置が必要と判断された（表-1）。

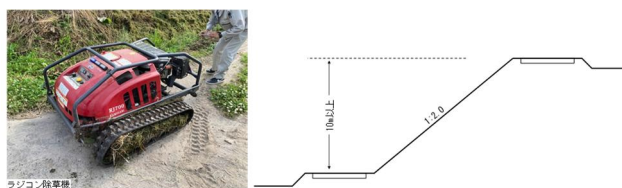


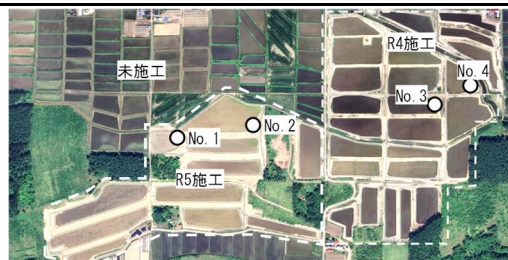
図-3 忠栄高台換地区の法面イメージ



図-4 ガリ浸食を受け土砂が流出した法面

表-1 法面表面の土壌調査結果

	腐植含有量	リン酸	窒素	pH
	%	mg/kg	mg/kg	KCl
No.1	0.3	3.4	16.0	4.3
No.2	0.3	3.8	19.0	4.2
No.3	2.0	5.0	2.0	4.5
No.4	1.0	5.0	1.9	4.2
適正值	5.0以上	5.0以上	10.0以上	4.9以上



3. 法面保護の試験施工（2年目）

忠栄高台換地区では、現地に適した植生工の選定のため、試験施工を実施している。本稿では、昨年度に実施した工法（アサ芝、ワラ芝、接着剤系吹付工法、団粒化剤吹付工法）の2年目の経過と、今年度に新たに実施した工法（客土吹付工、BSC工法）について報告する。

(1) アサ芝

アサ芝は、麻のネットで法面の表面を保護しつつ、ネットに仕込まれた種子により植生での被覆を促す工法である。昨年度は、設置後2か月程度で種子から発芽し法面が植生で覆われたが、越冬後の2年目は新たな植生の発生はほぼ見られなかった。ネットの目は5mm程度と粗く、昨年度は植生が発生する前にネットの裏でガリ浸食が発生したが、今年度は枯れた植生がネットを上から覆い、結果としてガリ浸食の進行を抑制した（図-5）。

アサ芝のネットは生分解性であるため、植生の被覆と入れ替わるように数か月で腐食することが期待される。しかしながら、昨年度は植生によりネットが持ち上げられた箇所やガリ浸食の発生箇所においてネットが法面から浮いて乾燥し、ネットが分解しにくい状況となっていた（図-6）。今年度は新たな植生の発生はほぼなく、昨年度の植生が枯れてネットが再び法面に密着したことで、水分量の多い法況を中心としてネットの腐食が進行している状況が確認できた。



図-5 アサ芝設置完了からの観測

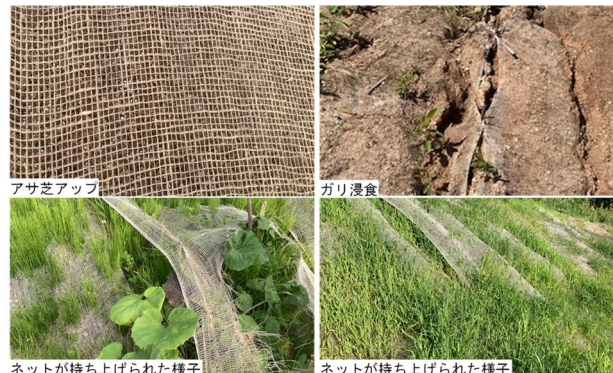


図-6 ネットの諸問題（R6写真）

(2) ワラ芝

ワラ芝は、ワラムシロと種子と肥料分が仕込まれた植生シートの2層構造になっており、植生が生長し法面を安定させるまでの間、ワラムシロが雨滴等から法面を保護する。ワラムシロには隙間があり全ての雨滴を防ぐことはできないが、植生シートが雨滴を吸収して法面に密着するため、こちらも法面を保護する役割も果たす。敷設は人力であり、アサ芝も同様である（図-7）。

ワラムシロは雨滴を吸収し保持するため、法面を湿潤状態に保つ効果がある。忠栄高台換地区法面は比重が軽く粘性の無い火山灰であって保水性に乏しいが、昨年度のワラ芝設置後には植生シートに苔が発生するなど、長期間湿潤状態を保つことが可能であることが確認できた。

昨年度は植生シートから発芽した植生のほか、それ以外の植生も繁茂した。越冬後の2年目も新たな植生が発生・繁茂し、昨年度に続いて植生で法面を被覆することができたことから、来年度以降も安定的に植生が発生し、法面を被覆できることが期待される。隣接する未対策箇所との差は顕著である（図-8）。

ワラムシロは今年度秋までに一定程度腐食している様子が確認できた。ワラムシロを編むために使用されていたビニール紐は腐食せずに残ったが、管理する農業者によればビニール紐は薄く草刈り機で容易に切断可能であり、特段維持管理の支障とはならないとの意見である。



図-7 設置の様子

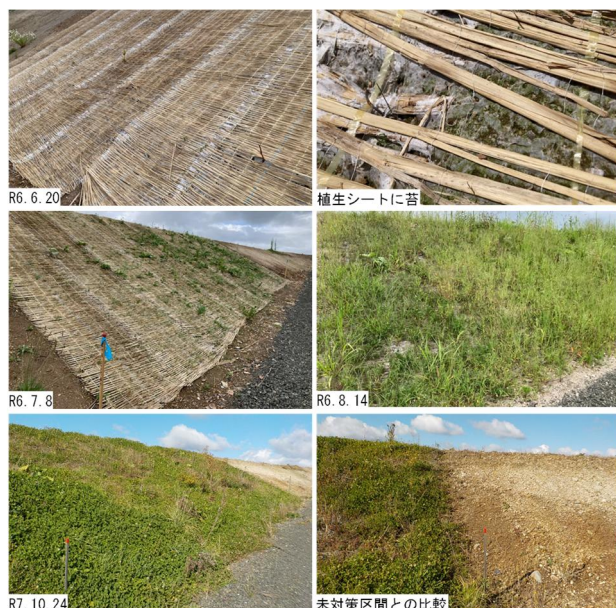


図-8 ワラ芝設置完了からの経過観察

(3) 接着剤吹付工法

接着剤吹付工法は、水溶性の接着剤を法面に吹き付けて浸潤させ、表面を固着させて被膜を形成することで物理的に風雨による浸食に対し抵抗力を持たせる工法である。生分解性の材料とすることで、施工後半年から1年程度で被膜が徐々に薄くなり、分解される（図-9）。通常は施工中の一時的な法面保護として採用されるものであるが、今回は恒久的な対策として採用を検討するために、接着剤に更に種子と肥料を混合させて試験を実施している。

昨年度の試験により、接着剤が土粒子の隙間に浸透して固着するため降雨が法面に浸透しにくく、地山からの地下水供給が乏しい盛土法面では種子が乾燥して発芽しにくい状況が確認された。今年度も盛土法面においては種子の発芽やその他の植生の発生は無く、一方で接着剤の分解は進行して被膜が失われ、9月の降雨によりガリ浸食が発生した。

切土法面の試験施工箇所においては、新たな植生が部分的に発生したが法面全体を被覆するには至らなかった。一方で昨年度の植生が枯れて法面を覆ったため、大きな浸食の発生は確認されなかった。盛土法面と同様に接着剤の被膜はほぼ失われており、今後裸地化して浸食等が発生することも懸念される（図-10）。



図-9 接着剤吹付の様子

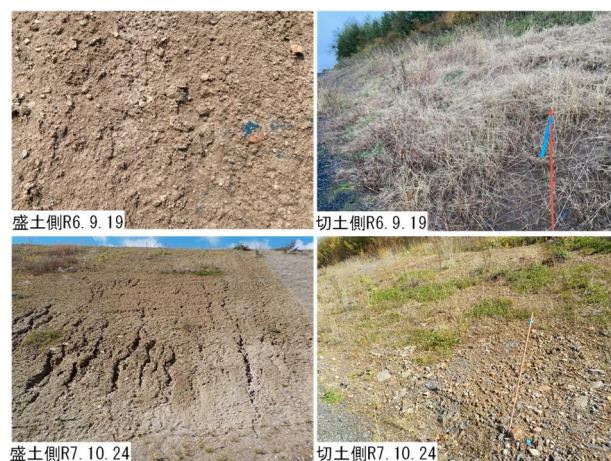


図-10 接着剤吹付後の経過観察

(4) 団粒化剤吹付工法

団粒化剤吹付工法は、土粒子が負の電荷を帯びる化学的な特性を利用して、正電化を帯びた材を吹き付けることで土粒子同士を結合させ、人為的に団粒構造を形成さ

せることで法面に被膜を形成し固着させる工法である。外力により被膜が破壊されなければ、半永久的に団粒構造が保持され、長期的に法面を安定させる。土粒子が団粒構造となっているため空隙に富み、雨滴を浸潤させ保持しやすく、種子や肥料とともに吹き付けることで植生での被覆も期待できる。客土や基材（木材くずなど）とともに吹き付ければ、それらが直ちに団粒化・固着するため、植生の生長に適さない法面（礫質等）であっても被覆することができるとされている（図-11）。試験施工では、製紙工場から発生する廃材である木質繊維くず（ファイバー）の提供を受け、基材として使用した。

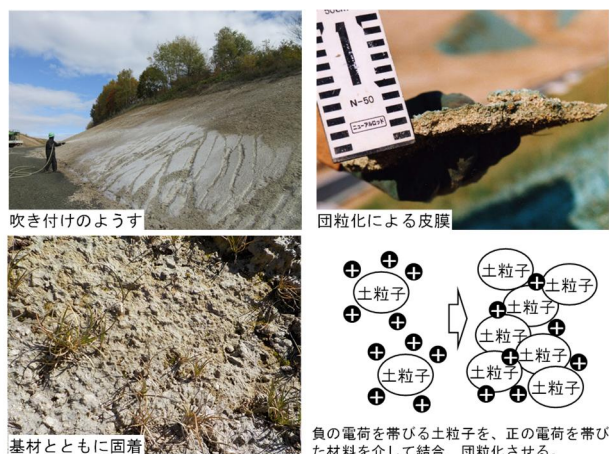


図-11 団粒化剤吹付の様子

試験施工を行った切土法面は上半分が地山、下半分は掘削により露出した岩盤法面である。昨年10月の施工後数週間で法面全体に苔が発生し、団粒化被膜が降雨を浸透させ湿潤状態を保っている様子が確認できた。また、団粒化被膜は表面まで団粒化・固着しており、特に岩盤法面にも十分に固着して法面を覆ったほか、指で押しても跡が残らないほどの硬度で、容易に浸食を受けないものとなっていた。苔は地山法面で多く発生しており、岩盤法面においてもまばらながら苔の発生を確認した。

越冬後の今年度は、春から夏にかけて、特に地山法面で種子から植生が発生し、法面をかなりの密度の植生で覆うことができた。また、吹付時に使用した種子以外の植生も多く発生したことから、来年度以降も新たな植生が発生して法面を被覆することが期待できる。一方、岩盤法面においては種子からの植生の発生はまばらであり、その他の植生の発生もごく少数であった。これは、岩盤法面に直接吹き付けたことで、吹付材が地山法面よりも流れ落ちやすく、その結果、種子の密度が地山法面よりも小さくなったためと推察される。また、同じ団粒化被膜上であっても地山法面と岩盤法面で苔や植生の発生に差が生じたのは、岩盤法面では法の背面からの地下水供給が乏しく、団粒化被膜で吸収する雨水だけではこれらの生育に不十分であった可能性がある。一方、施工後1年が経過しても、基材として使用した木質繊維くず（フ

ァイバー）の浮きやほつれは無く表面まで固着するなど、団粒化被膜は硬度や厚さを保っており、法面の浸食等は発生していなかった。（図-12）

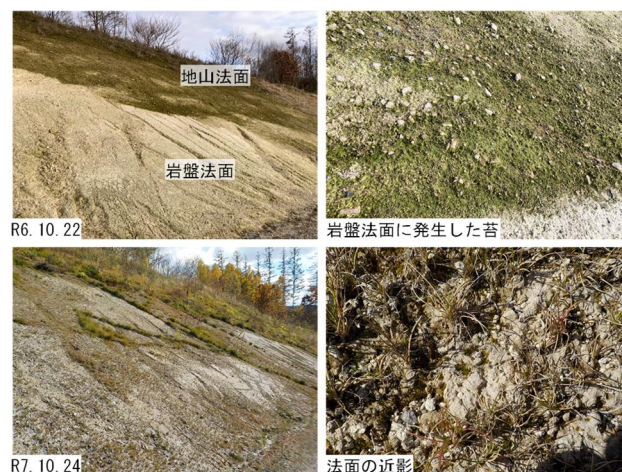


図-12 団粒化剤吹付の経過観察

(5) 客土吹付工

客土吹付工は、土、肥料、種子、土壤改良材と接着剤を混合した材料を法面に吹き付けることで法面保護と緑化を図る工法で、広く国内で採用されている。昨年度までは地区内で実施しておらず、今年度新たに試験施工として本地区で実施した。

本工法としては、現地の勾配や土壌硬度などの現地条件に合わせて、吹き付けた材料の定着のためにラス金網などの資材を使用する場合もあるが、当地区としては採用には経済性が重視されること、またラジコン除草機の走行のため法面勾配を1:2.0と緩く設定していることから、試験施工に当たっては吹き付ける土は現地発生土を使用し、ラス金網などの資材は使用しないこととした。また、吹き付ける厚さが施工費に大きく影響することから、1cm、2cm、3cmでそれぞれ試験を行った。なお、試験した法面は上半分が盛土法面、下半分が切土法面である。

吹付の4日後に降雨がありその後現地確認を行ったところ、3cmで吹き付けた法面において表面にクラックが多数生じ、吹き付けた客土が全体に下方に滑っている様子が確認された。3cmの吹き付けでは材料の自重が大きかったことが原因と考えられるが、1cm、2cmで吹き付けた法面では滑りは発生していなかった（図-13）。、

吹付後2か月程度で、いずれの厚さにおいても吹き付けた種子からかなりの密度で植生が発生し、法面を覆うことができた。一方で、それ以外の植生の発生はほとんど確認できなかったため、越冬により仕組んだ種子からの植生が枯れた後も、来年度に新たな植生が発生するか引き続き確認する必要がある（図-14）。

吹き付けた材料は、2か月が経過しても硬くならず柔らかさと粘性を残しており、1cmや2cmと薄く吹き付

けた箇所でも法面と吹付材が剥離することなく一体化していた。植生が十分に発生したことで、いずれの厚さの箇所もガリ浸食等は発生しておらず、本地区においては1cmの厚さでも十分に効果を発揮することが確認された。



図-13 客土吹付工の実施

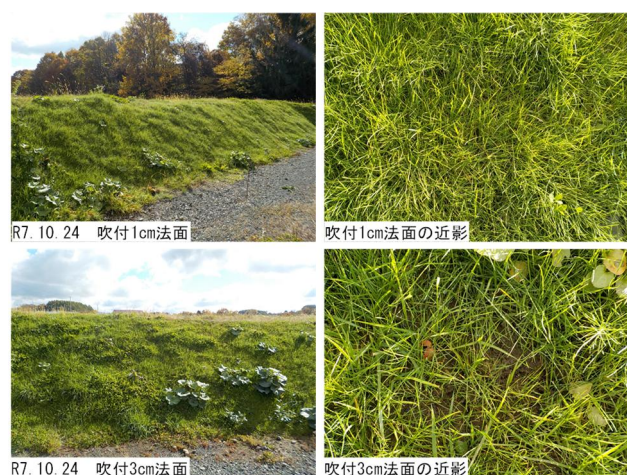


図-14 客土吹付工の経過観察

(6) BSC吹付工法

BSC (Biological Soil Crust) とは、糸状菌類、土壤藻類、苔などの土壤微生物が地表面の土粒子や土塊を絡めて層状になり法面被膜を形成したものであり、荒地や裸地に対して、最も初期段階で自然に形成され、その後の一年草や多年草などの植生の繁茂の基盤となるものである(図-15)。



図-15 裸地からの植生遷移イメージ¹⁾

BSC吹付工法は、BSCを形成するための土壤藻類等を資材化し、法面に直接吹き付けることで人為的に短期間で植生基盤を形成する工法である。忠栄高台換地区の法面は養分に欠け保水力に乏しく、また比重や粘着力が小さく浸食を受けやすいため、植生の種子が法面に飛来しても発芽・定着が見込まれないことから、人為的にBSCを吹き付けて予め植生基盤を形成することにより、その後の植生の発生が促進できることが期待される。試験施工においては、忠栄高台換地区の切土法面で実施した。法面の右半分は火山灰土で、左半分は岩盤が露出している。

吹き付け後1か月で火山灰法面には藻類で法面が被覆され、仕組んだ種子から発芽している状況を確認できた。一方、岩盤法面においては種子の発芽もまばらとなった。10月下旬までに仕組んだ種子からの植生が枯れ法面を覆ったが、その他の植生の発生は確認できなかった。一方、火山灰法面、岩盤法面ともに、表面を藻類が覆っている状況が確認できた。法面の安定化に向けては、越冬後もこの藻類の被覆が維持され植生基盤となり、新たな植生が発生するか、引き続き確認したい(図-16)。



図-16 BSC吹付工法の経過観察

4. まとめ

本地区の忠栄高台換地区では、急傾斜地での区画整理工事で生じる長大な法面について、火山灰性土壌で養分や保水力、粘性に乏しく、比重も軽いことから風雨による浸食を受けやすいことが課題となっており、現地条件に適した法面保護工の選定が急務であったことから、令和6年度と令和7年度の2年間、6つの工法について試

験施工を実施した。試験により得られた各工法の見解は以下のとおりである。

アサ芝はネットの目が粗く、雨滴を完全に防ぐことができず、ネットの裏でガリ浸食が発生した。また、生長した植生によりネットが持ち上がり、除草作業の支障となることも懸念されたほか、持ち上がったネットが乾燥し腐食しにくい状況が発生した。アサ芝を採用する場合は、別途追加の浸食防止措置や、ネットの腐食を促進し浮き上がりを防止するためにネットと法面を密着させる措置を講ずる必要がある。植生については、ネットに仕組まれた種子と肥料から設置後2か月ほどで発生するが、その後新たな植生の発生はなく、越冬後の2年目は1年目の枯草で法面が覆われているのみの状況となった。法面の安定化に向けては毎年新たな植生が発生し法面を被覆することが重要であり、アサ芝の採用にあっては何らかの土壤改良措置も併用することが必要と考えられる。

ワラ芝は、保水力の無い本地区の法面であっても、ワラムシロが雨水を吸収して湿潤状態を保っていたことから、仕組まれた種子のほか、それ以外の植生も繁茂した。越冬後の2年目も新たな植生が発生して法面を被覆することができ、今後も安定的に法面を保護することが期待できる。

アサ芝とワラ芝は人力施工であり施工スピードが遅いため、浸食を受けやすい本地区で採用するにあっては、法面整形から間を空けずに施工できるよう、工程管理を行うことが非常に重要となる。

接着剤吹付工法は施工性も良く費用も安価であるが、種子や肥料とともに吹き付けても盛土法面では植生がほとんど発生せず、越冬後の2年目では被膜も分解され、ガリ浸食が発生した。接着材を吹き付けて短時間で固着させるため、法面保護としては即効性があるが、接着材が植生の発生を阻害となった可能性がある。

団粒化剤吹付工法は施工性が良く、形成した団粒化被膜は越冬後の2年目もほぼ劣化することなく地山法面、岩盤法面ともに強固に保護した。施工1年目は団粒化被膜が保水して苔などの発生が確認されたほか、2年目には地山法面において新たな植生が繁茂して法面を覆うことができたため、長期的にも安定して植生が発生することが見込まれる。一方、団粒化剤吹付工法を安価に施工するためには、今回の試験施工で使用した木質繊維くずのような基材を安定して安価に確保できることが条件となる。現地で伐開処理や立木が多量に発生する場合はそれらを乾燥・破碎したものも基材として活用できるが、加工に要する費用により高価となる懸念もあるため、木

材加工場や製紙工場など、近隣で発生する廃材を利用する等の検討も必要となる。

客土吹付工は施工性が良く、現地発生土を使用して1cmの吹付でも十分な量の植生が発生し、法面を保護することができた。今回の試験施工では作業適期である8月から9月の施工によって十分な効果を発揮することが確認されたが、実際の区画整理工事では法面整形されてから間を空けずに客土吹付を行う必要があるため、6月から10月まで断続的に実施することとなる。6月や7月、また10月から11月での実施により植生が発生する前に越冬しても同様の効果を発揮するか、引き続き確認する必要がある。

BSC吹付工法は、苔や土壤藻類を吹き付けることで植生が繁茂しやすい植生基盤を人為的に形成する工法であり、施工性が良い。試験施工では、藻類や仕組んだ種子からの植生によって法面を覆うことができたが、それ以外の植生の発生は確認されなかった。長期的な法面の安定のためには、越冬後毎年新たな植生が発生して植生を覆うことが可能な状態にする必要があり、発生した藻類が越冬後も維持され植生基盤となりえるか、引き続き確認する。

試験施工の結果と比較は表-2のとおり取りまとめられる。当地区は積雪寒冷地であり、また火山灰性であって栄養塩類や保水力に欠け、風雨による浸食を受けやすい等、植生にとっては厳しい条件となっている。すでに区画整理工事済の法面で多数のガリ浸食が発生している箇所については、試験施工で一定の効果を確認できた工法で対策を急ぎつつ、今後の区画整理工事と一体的に行う法面保護工については、試験施工箇所の長期的な経過も確認しつつ、経済性と施工性を踏まえて検討を行う。

表-2 試験施工まとめ（旭東東神楽地区）

工 法	法面 保護	植 生			施工性	費 用 m2当たり	総合
		時期	切土	盛土			
アサ芝	×	6月	△	△	△	約700円	△
ワラ芝	○	6月	◎	◎	△	約700円	○
接着剤吹付	長期×	6月	△	×	◎	約600円	×
団粒化剤吹付	◎	10月	○	—	◎	約500円	○
客土吹付1cm	○	8月	◎	◎	◎	約700円	○
客土吹付3cm	○	8月	◎	◎	◎	約1,000円	△
BSC吹付	△	7月	確認中	—	◎	約2,300円	確認中

参考文献

- 1) 国土技術政策総合研究所：地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工の手引き